

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04127580  
PUBLICATION DATE : 28-04-92

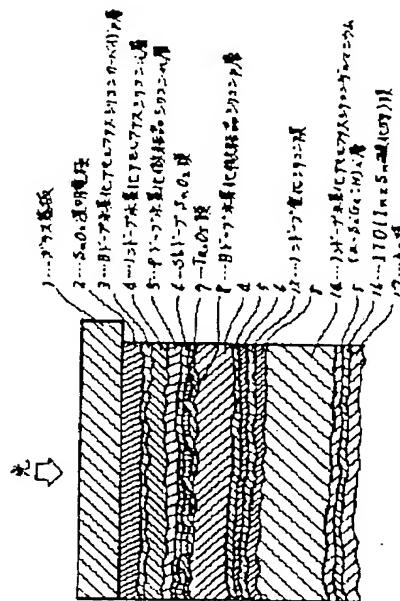
APPLICATION DATE : 19-09-90  
APPLICATION NUMBER : 02247141

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : SHIMADA JUICHI;

INT.CL. : H01L 31/04

TITLE : MULTI-JUNCTION TYPE AMORPHOUS  
SILICON SOLAR CELL



ABSTRACT : PURPOSE: To enhance a short-circuit current in density and curve factor by a method wherein an intermediate layer which reflects light whose wavelength is smaller than a prescribed value is provided between pin junction cells.

CONSTITUTION: A transparent  $\text{SnO}_2$  electrode 2 with a  $8000\text{\AA}$  thickness is provided onto a glass board 1, and a first junction cell is formed thereon through a plasma CVD method keeping the board 1 at a temperature of  $250^\circ\text{C}$ . That is, a B doped hydrogenated amorphous silicon carbide P layer 3, a non-doped hydrogenated amorphous silicon I layer 4, and a P doped hydrogenated microcrystalline silicon N layer 5 are formed. An Sb doped  $\text{SnO}_2$  film 6 is formed on the whole surface as thick as  $1000\text{\AA}$ . A stripe-like  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  film 7 is deposited thereon. Then, as a second junction cell, a B doped hydrogenated microcrystalline silicon P layer 8, a non-doped hydrogenated amorphous silicon I layer 4, and a P doped hydrogenated microcrystalline silicon N layer 5 are formed the same as the first junction cell.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

⑯日本国特許庁(JP)

⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A) 平4-127580

⑮Int.Cl.<sup>5</sup>

H 01 L 31/04

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成4年(1992)4月28日

7522-4M H 01 L 31/04

W

審査請求 有 請求項の数 7 (全5頁)

⑭発明の名称 多接合型アモルファスシリコン系太陽電池

⑯特 願 平2-247141

⑯出 願 平2(1990)9月19日

⑰発明者 伊藤 晴夫 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑰発明者 松原 直 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑰発明者 村松 信一 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑰発明者 嶋田 寿一 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑯出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑯代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

明細書

1. 発明の名称

多接合型アモルファスシリコン系太陽電池

2. 特許請求の範囲

1. 複数のp-i-n接合セルを積層して構成した多接合型アモルファスシリコン系太陽電池において、上記p-i-n接合セルとp-i-n接合セルとの間に、特定波長よりも短い波長の光を反射する中間層を設けたことを特徴とする多接合型アモルファスシリコン系太陽電池。

2. 請求の範囲第1項において、特定波長の光は、光入射側のp-i-n接合セルの分光感度特性が漸減する領域の波長の光であることを特徴とする多接合型アモルファスシリコン系太陽電池。

3. 請求の範囲第1項または第2項において、特定波長よりも短い波長の光を反射する中間層は、金属の酸化膜、窒化膜のうちから選ばれる少なくとも1種の薄膜からなることを特徴とする多接合型アモルファスシリコン系太陽電池。

4. 複数のp-i-n接合セルを積層して構成した多

接合型アモルファスシリコン系太陽電池において、上記p-i-n接合セルとp-i-n接合セルとの間に、上記p-i-n接合セルを構成するp、i、n各層よりも屈折率の小さい光透過膜からなる中間層を設けたことを特徴とする多接合型アモルファスシリコン系太陽電池。

5. 請求の範囲第4項において、p-i-n接合セルを構成するp、i、n各層よりも屈折率の小さい光透過膜からなる中間層は、金属の酸化物、窒化物、フッ化物のうちから選ばれる少なくとも1種の薄膜からなることを特徴とする多接合型アモルファスシリコン系太陽電池。

6. 請求の範囲第1項、第2項または第4項において、中間層が導電性の光透過膜と絶縁性膜との積層膜からなることを特徴とする多接合型アモルファス系太陽電池。

7. 請求の範囲第1項ないし第6項のいずれか1項において、多接合型アモルファスシリコン系太陽電池を構成する各p-i-n接合セルが、アモルファスシリコンおよびアモルファスシリコン

ゲルマニウムからなることを特徴とする多接合型アモルファスシリコン系太陽電池。

### 3. 発明の詳細な説明

#### [産業上の利用分野]

本発明は、短絡電流密度と曲線因子の高い光電変換特性に優れた多接合型アモルファスシリコン系太陽電池に関する。

#### [従来の技術]

従来の多接合型アモルファスシリコン系太陽電池は、特開昭61-25117号公報に記載のように、複数個のpin接合セルを単に積層した構造のものである。

他方、pin接合セルとpin接合セルの間に透光性の金属薄膜、酸化物、フッ化物、窒化物のいずれかを形成し、np接合のオーミック特性を向上させた多接合型(多層構造)のアモルファスシリコン系太陽電池が特開昭60-140441号公報において提案されている。

#### [発明が解決しようとする課題]

上述した従来の多接合型のアモルファスシリコ

ン系太陽電池の光電流の分光感度特性を第4図に示す。図において、光入射側から第1接合セル、第2接合セル、第3接合セルと呼び、各接合セルの分光感度特性を示している。第4図において、第1接合セルの分光感度が、長波長側でなだかに減少している理由は次のとおりであると考えられる。すなわち、多接合型のアモルファスシリコン系太陽電池では各接合セルの出力電流が同じになるように、第1接合セルのi層膜厚は薄く(1000Å以下)設定されている。したがって、第1接合セルでは入射光が充分吸収されないために、その分光感度は長波長領域において漸減する。この吸収しきれない光が第2接合セルで吸収され光電変換される。上記の吸収しきれない光は、第1接合セルにおいても第2接合セルにおいても中途半端に吸収されるため、この波長領域光に対する光電変換効率は他の波長領域の光に対する光電変換効率よりも悪くなっている。なお、セル特性としては曲線因子が悪くなる。そして、第2接合セルの長波長側分光感度も、第1接合セル程では

ないがなだかに減少し、第2接合セルと第3接合セルの間においても上記第1接合セル/第2接合セル間と同様の現象が生じる。

また、上記従来技術における多接合型アモルファスシリコン系太陽電池に設けられている金属薄膜等は、np接合のオーミック特性を良くするためにもので、單なる導電性の光透過膜であり、この場合においても上記の分光感度特性低下の問題は残る。

本発明の目的は、上記従来技術における問題点を解決し、短絡電流密度と曲線因子が高く、光電変換効率に優れた多接合型アモルファスシリコン系太陽電池を提供することにある。

#### [課題を解決するための手段]

上記本発明の目的を達成するために、多接合型アモルファスシリコン系太陽電池を構成する第1接合セルと第2接合セルとの間に、第1接合セルの分光感度が漸減している長波長側の波長領域内の特定波長より短波長の光のみを反射する中間層を形成する。また、接合セルの数が3個以上の時

は、第2接合セルと第3接合セルとの間にも、第2接合セルの分光感度が漸減している長波長側の波長領域内の特定波長より短波長の光のみを反射する中間層を形成する。この中間層は金属の酸化膜、窒化膜のうちの少なくとも1種からなる中間層であることが好ましい。また、上記中間層はp、i、n各層よりも屈折率の小さい金属の酸化物、窒化物、フッ化物のうちの少なくとも1種からなる中間層であってもよい。さらに、上記中間層は導電性光透過膜と絶縁性膜との積層膜であってもよい。また、本発明の多接合型アモルファスシリコン系太陽電池を構成する各pin接合セルは、アモルファスシリコンおよびアモルファスシリコングルマニウムからなることが好ましい。

#### [作用]

本発明の多接合型アモルファスシリコン系太陽電池を構成する各接合セルの間に設けた中間層により、特定波長より短波長の光は、第1接合セルにおいて充分に吸収され、上記波長より長波長の光は第2接合セルで吸収されて効率よく光電変換

される。また、第2接合セルと第3接合セルの間ににおいても、上記と類似の膜からなる中間層を形成することにより上記同様の作用が生じる。したがって、第1接合セルと第2接合セルおよび第2接合セルと第3接合セルの長波長側分光感度特性は、従来の多接合型アモルファスシリコン系太陽電池の分光感度特性よりも急峻となると同時に、分光感度がクロスする波長領域光下のセル特性、特に曲線因子が向上し、光電変換効率の高い多接合型アモルファスシリコン系太陽電池が得られる。

[美術例]

以下、本発明の一実施例を挙げ、図面を用いてさらに詳細に説明する。

### (实施例 1)

第1図に、本実施例において作製した多接合型アモルファスシリコン系太陽電池の構成を示す。図に示すごとく、まず、ガラス基板1上に、 $8000\text{ \AA}$ の $\text{SnO}_2$ 透明電極2を形成し、この上にプラズマCVD法を用い基板温度 $250^\circ\text{C}$ で第1接合セルを形成する。まず $\text{B}_2\text{H}_6$ ガスと

素化微結晶シリコン p 層 8、ノンドープ水素化アモルファスシリコングルマニウム( $a-SiGe:H$ ) i 層 14、P ドープ水素化微結晶シリコン n 層 5 を順次形成する。ノンドープ水素化アモルファスシリコングルマニウム i 層 14 は、 $SiH_4$  ガスと  $GeH_4$  ガスを混合したガスを用いて形成する。各層の厚さは、p 層 100 Å、i 層 5000 Å、n 層 100 Å 程度とする。最後に、ITO (Indium Tin Oxide…In と Sn の酸化物) 膜 16 と Al 膜 17 を形成する。本実施例において作製した多接合型アモルファスシリコン系太陽電池の光電変換特性は、類似太陽光 100 mW/cm<sup>2</sup> 照射下で、曲線因子 0.68、変換効率 12.7 % が得られ、n-p 接合間に中間層を有しない従来の 3 層構造の太陽電池（曲線因子：0.62、変換効率：11.2 %）に比べて優れた特性を示した。

### (实施例 2)

第2図に、本実施例において作製した多接合型アモルファスシリコン系太陽電池の構成を示す。

S i H. ガスとを混合したガスを用いて、 B ドープ水素化アモルファスシリコンカーバイド  $p$  層 3 . 次に、 S i H. ガスを用いてノンドープ水素化アモルファスシリコン  $i$  層 4 . さらに、 P H. ガスと S i H. ガスとを混合したガスを用いて、 P ドープ水素化微結晶シリコン  $n$  層 5 を形成する。各層の厚さは、  $p$  層 1 0 0 Å 、  $i$  層 6 0 0 Å 、  $n$  層 1 0 0 Å 程度とする。この全面に、基板温度 1 5 0 ~ 2 5 0 ℃ の範囲内で真空蒸着法にて S b ドープ S n O. 膜 6 を 1 0 0 Å の厚さ形成する。この上に、 5 0  $\mu$ m 間隔のストライプ状の T a. O. 膜 7 を形成する。次に、第 2 接合セルとして、第 1 接合セル同様に、 B ドープ水素化微結晶シリコン  $p$  層 8 . ノンドープ水素化アモルファスシリコン  $i$  層 4 . P ドープ水素化微結晶シリコン  $n$  層 5 を形成する。各層の厚さは、  $p$  層 1 0 0 Å 、  $i$  層 1 8 0 0 Å 、  $n$  層 1 0 0 Å 程度とする。この全面に、 S b ドープ S n O. 膜 6 と膜厚 5 0 Å のノンドープ窒化シリコン膜 1 2 を形成する。さらに、この上に第 3 接合セルとして B ドープ水

図に示すごとく、まず、SUS基板21上に、まず、Ti膜22、Alg膜17およびTi膜22よりなる3層電極を形成する。この3層電極上に、プラズマCVD法で、基板温度250°CにてPH<sub>3</sub>ガスとSiH<sub>4</sub>ガスとを混合したガスを用いて、Pドープ水素化微結晶シリコンn層5を、次に、SiH<sub>4</sub>ガスとGeH<sub>4</sub>ガスを混合したガスを用いて、ノンドープ水素化アモルファスシリコングルマニウム(a-SiGe:H)i層14を、さらにその上に、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガスとSiH<sub>4</sub>ガスとを混合したガスを用いて、Bドープ水素化微結晶シリコンp層8を順次形成する。各層の膜厚は、例えばn層300Å、i層5000Å、p層100Å程度で良い。次に、その全面に、基板温度150～250°Cの範囲内で真空蒸着法にてSbドープSnO<sub>x</sub>膜6を100Åの厚さに形成する。この上に、30μm間隔のストライプ状の高抵抗金属酸化膜であるTa<sub>x</sub>O<sub>y</sub>膜7を形成する。しかる後、さらに、Pドープ水素化微結晶シリコンn層5、ノンドープ水素化アモルファスシリコンi層5、ノンドープ水素化アモルファスシリコンn層5を形成する。

層4、Bドープ水素化微結晶シリコンp層8の順に形成する。各層の厚さは、n層75Å、i層4000Å、p層80Å程度とする。この上に、膜厚100ÅのSbドープSnO<sub>x</sub>膜6と膜厚50ÅのTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜7を形成する。しかる後、さらに、Pドープ水素化微結晶シリコンn層5、ノンドープ水素化アモルファスシリコンi層4、Bドープ水素化アモルファスシリコンカーバイドp層3の順に形成する。各層の厚さは、p層75Å、i層1800Å、p層80Å程度とする。最後に、全面にITO膜16を1800Åの厚さ形成する。本実施例において作製した多接合型アモルファスシリコン系太陽電池の光電変換特性は、類似太陽光100mW/cm<sup>2</sup>照射下で、曲線因子0.70、変換効率13.2%が得られ、np接合間に中間層を有しない従来の3層構造の太陽電池（曲線因子：0.62、変換効率：11.2%）に比べて優れた特性を示した。

#### (実施例 3)

第3図に、本実施例において作製した多接合型

n層5、ノンドープ水素化アモルファスシリコンi層4、Bドープ水素化アモルファスシリコンカーバイドp層3の順に形成する。最後に、全面にITO膜16を1800Åの厚さ形成する。本実施例において作製した多接合型アモルファスシリコン系太陽電池の光電変換特性は、類似太陽光100mW/cm<sup>2</sup>照射下で、曲線因子0.69、変換効率13.0%が得られ、np接合間に中間層を有しない従来の3層構造太陽電池（曲線因子：0.62、変換効率：11.2%）に比べて優れた特性を示した。

#### (発明の効果)

以上詳細に説明したごとく、本発明の多接合型アモルファスシリコン系太陽電池において、第1接合セルと第2接合セルの間に中間層を設けることにより、特定波長より短波長の光は第1接合セルにおいて充分に吸収され、該波長より長波長の光は第2接合セルで吸収され効率よく光電変換される。また、第2接合セルと第3接合セルの間ににおいても上記と同様の中間層を設けることにより

アモルファスシリコン系太陽電池の構成を示す。

実施例2と同様に、SUS基板21上に、まずTi膜22、Ag膜17およびTi膜22よりなる3層電極を形成し、該電極上に第1接合セルとして、Pドープ水素化微結晶シリコンn層5を、a-SiGe:Hi層14を、Bドープ水素化微結晶シリコンp層8を順次形成する。次に、その全面に、SbドープSnO<sub>x</sub>膜6を100Åの厚さに形成する。この上に、100μm間隔の10μm幅のストライブ状Cr電極23と、その隙間にTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜24を形成する。さらに、SbドープSnO<sub>x</sub>膜6を100Åの厚さ形成する。しかる後、第2接合セルとして実施例2と同様に、Pドープ水素化微結晶シリコンn層5、ノンドープ水素化アモルファスシリコンi層4、Bドープ水素化微結晶シリコンp層8の順に形成する。この上に、膜厚100ÅのSbドープSnO<sub>x</sub>膜6を、ついで、Cr電極23とTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>膜7をストライブ状に形成する。しかる後、第3接合セルとして実施例2同様に、Pドープ水素化微結晶シリコン

上記と同様の効果が得られる。したがって、光電変換効率の高い多接合型アモルファスシリコン系太陽電池を実現することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例1において作製した多接合型アモルファスシリコン系太陽電池の構成の一例を示す模式図、第2図は本発明の実施例2において作製した多接合型アモルファスシリコン系太陽電池の構成の一例を示す模式図、第3図は本発明の実施例3において作製した多接合型アモルファスシリコン系太陽電池の構成の一例を示す模式図、第4図は従来の多接合型のアモルファスシリコン系太陽電池の光電流の分光感度特性を示すグラフである。

- 1…ガラス基板                    2…SnO<sub>x</sub>透明電極
- 3…Bドープ水素化アモルファスシリコンカーバイドp層
- 4…ノンドープ水素化アモルファスシリコンi層
- 5…Pドープ水素化微結晶シリコンn層
- 6…SbドープSnO<sub>x</sub>膜

特開平4-127580(5)

7 …  $T_{a_2}O_5$  膜

8 … B ドープ水素化酸結晶シリコン P 層

1 2 … ノンドープ窒化シリコン膜

1 4 … ノンドープ水素化アモルファスシリコンゲルマニウム ( $a-SiGe:H$ ) i 層

1 6 … ITO (In と Sn の酸化物) 膜

1 7 … Ag 膜

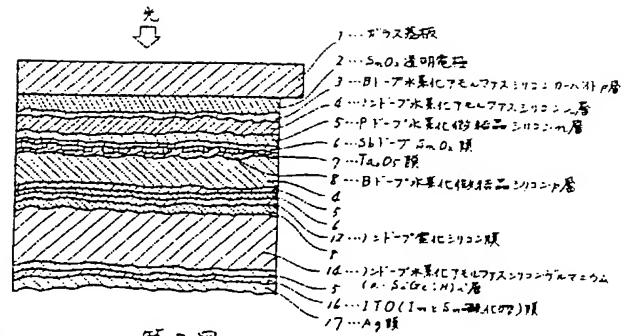
2 1 … SUS 基板

2 2 … Ti 膜

2 3 … Cr 電極

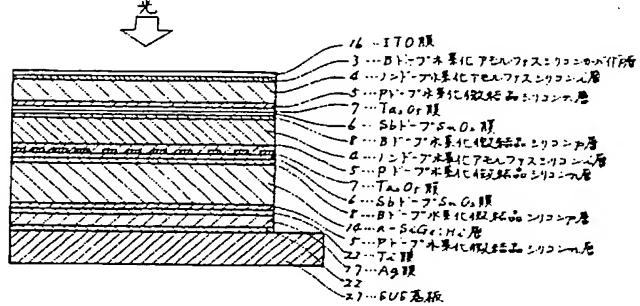
2 4 …  $TiO_2$  膜

第 1 図

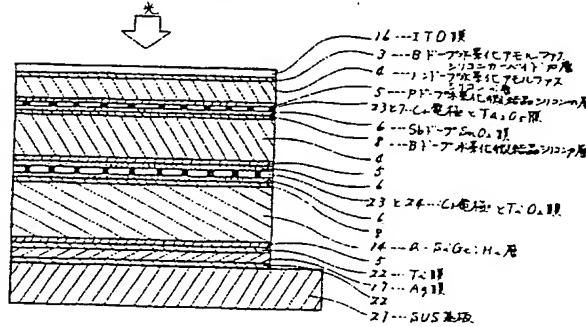


代理人 弁理士 小川勝男

第 2 図



第 3 図



第 4 図

